

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11150303
PUBLICATION DATE : 02-06-99

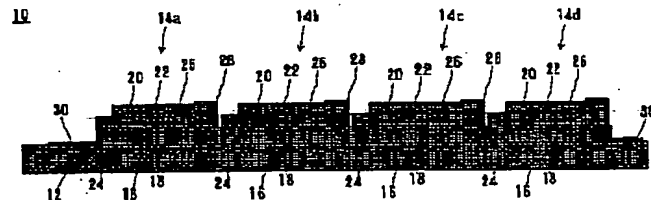
APPLICATION DATE : 14-11-97
APPLICATION NUMBER : 09331083

APPLICANT : SANYO ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : TAKEUCHI KUNIO;

INT.CL. : H01L 33/00 H01S 3/18

TITLE : LIGHT EMITTING PARTS



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain light emitting parts which are formed as single parts and can be used suitably as a surface light source having a high luminous intensity.

SOLUTION: An n-type GaN layer 16, a light emitting layer 18, and a p-type GaN contact layer 20 are successively formed on an insulating substrate 12 in this order correspondingly to GaN light emitting diodes 14a-14d. A light transmissive electrode 22 which is a p-type side electrode is formed on the contact layer 20 in a planar form, and an n-type side electrode 24 is formed on the GaN layer 16 in such a state that the electrode 24 is extended in the widthwise direction from the vicinity of one edge of the layer 16. The members on the substrate 12 are covered with a protective film 26 and the light transmissive electrode 22 of each light emitting diode is connected in series with the p-type side electrodes 24 of its adjacent electrodes through internal wiring 28 having a width. Then pad electrodes 30 which are respectively connected to external parts are connected to the light transmissive electrode 22 of the diode at one end and the p-type side electrode 24 of the diode at the other end. Thus the light emitting parts in which the GaN light emitting diodes 14a-14d are connected in series on one insulating substrate 12 is obtained.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-150303

(43) 公開日 平成11年(1999)6月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-331083

(22) 出願日

平成9年(1997)11月14日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 竹内 邦生

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

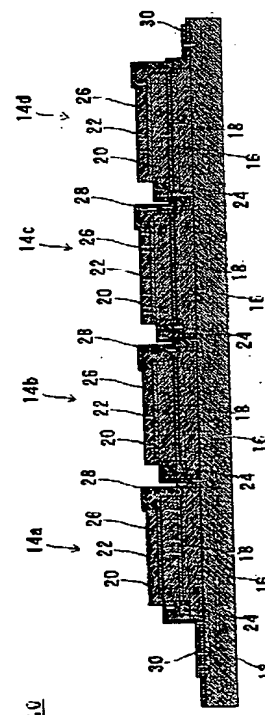
(74) 代理人 弁理士 辰巳 忠宏

(54) 【発明の名称】 発光部品

(57) 【要約】

【課題】 単一の部品として形成されかつ大きな発光強度を有する面光源として適する発光部品を得る。

【解決手段】 絶縁性基板12上に、各Ga N系発光ダイオード14a~14dに対応して、n型Ga N層16、発光層18およびp型Ga Nコンタクト層20を、この順序で形成する。p型Ga Nコンタクト層20上にはp型側電極である透光性電極22を面状に形成し、n型Ga N層16上の一端縁近傍かつ幅方向に延びてn型側電極24を形成する。絶縁性基板12上の各部材を保護膜26で覆い、隣接するGa N系発光ダイオード間の透光性電極22とn型側電極24とを幅を有する内部配線28で直列接続し、両端の透光性電極22およびn型側電極24には、それぞれ外部の部品と接続するためのパッド電極30を接続する。このようにして、1枚の絶縁性基板12上に複数のGa N系発光ダイオード14a~14dを直列接続した発光部品10を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板、および前記基板上にそれぞれ形成されかつ接続される複数の3族窒化物半導体発光素子を備える、発光部品。

【請求項2】 前記複数の3族窒化物半導体発光素子は直列に接続される、請求項1に記載の発光部品。

【請求項3】 前記各3族窒化物半導体発光素子は、前記基板上に形成される第1導電型の半導体層、前記第1導電型の半導体層上の一端縁近傍かつ幅方向に延びて形成される第1導電型側電極、前記第1導電性の半導体層上に形成される第2導電型の半導体層、および前記第2導電型の半導体層上に面状に形成される第2導電型側電極を含み、

前記各3族窒化物半導体発光素子は直線状に配列され、かつ相互に隣接する前記3族窒化物半導体発光素子の一方の発光素子の前記第1導電型側電極と他方の発光素子の前記第2導電型側電極とは幅を有する内部配線によって接続される、請求項1または2に記載の発光部品。

【請求項4】 前記第1導電型の半導体層の抵抗を R_1 、前記第2導電型側電極の抵抗を R_2 とすると、 $R_1 \approx R_2$ に設定される、請求項3に記載の発光部品。

【請求項5】 前記第2導電型側電極は透光性電極を含む、請求項3または4に記載の発光部品。

【請求項6】 前記3族窒化物半導体発光素子の数は駆動電圧に応じて決定される、請求項1ないし5のいずれかに記載の発光部品。

【請求項7】 前記3族窒化物半導体発光素子はGa₂N系発光素子を含む、請求項1ないし6のいずれかに記載の発光部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は発光部品に関し、特にたとえば3族窒化物半導体発光素子を用いる発光部品に関する。

【0002】

【従来の技術】図9に示すように、従来のGa₂N系発光素子1としては、1つの絶縁性基板2上に、1つの透光性電極3、およびアノード電極4とカソード電極5とからなる一対のボンディング用のパッド電極が形成された、すなわち1つのチップに対して1ヶ所の発光部を有する、発光ダイオードが広く用いられてきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のGa₂N系発光素子1は発光部を1ヶ所しか有さないもので、それ単独では面光源としては適さなかった。

【0004】また、Ga₂N系発光素子1では1つの絶縁性基板2上に1つの素子しか形成されないため、大面積の面光源を得ようとする、複数のGa₂N系発光素子1を基体上に配列して互いに接続する必要があるため相互に隣接するGa₂N系発光素子1の間隔に限界があり、大

きな発光強度を有する面光源を得られないという問題点があった。

【0005】それゆえにこの発明の主たる目的は、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度を有する面光源として適する、発光部品を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発光部品は、基板、および基板上にそれぞれ形成されかつ接続される複数の3族窒化物半導体発光素子を備える。

【0007】請求項2に記載の発光部品は、請求項1に記載の発光部品において、複数の3族窒化物半導体発光素子は直列に接続されるものである。

【0008】請求項3に記載の発光部品は、請求項1または2に記載の発光部品において、各3族窒化物半導体発光素子は、基板上に形成される第1導電型の半導体層、第1導電型の半導体層上の一端縁近傍かつ幅方向に延びて形成される第1導電型側電極、第1導電性の半導体層上に形成される第2導電型の半導体層、および第2導電型の半導体層上に面状に形成される第2導電型側電極を含み、各3族窒化物半導体発光素子は直線状に配列され、かつ相互に隣接する3族窒化物半導体発光素子の一方の発光素子の第1導電型側電極と他方の発光素子の第2導電型側電極とは幅を有する内部配線によって接続されるものである。

【0009】請求項4に記載の発光部品は、請求項3に記載の発光部品において、第1導電型の半導体層の抵抗を R_1 、第2導電型側電極の抵抗を R_2 とすると、 $R_1 \approx R_2$ に設定されるものである。

【0010】請求項5に記載の発光部品は、請求項3または4に記載の発光部品において、第2導電型側電極は透光性電極を含むものである。

【0011】請求項6に記載の発光部品は、請求項1ないし5のいずれかに記載の発光部品において、3族窒化物半導体発光素子の数は駆動電圧に応じて決定されるものである。

【0012】請求項7に記載の発光部品は、請求項1ないし6のいずれかに記載の発光部品において、3族窒化物半導体発光素子はGa₂N系発光素子を含むものである。

【0013】請求項1に記載の発光部品では、一般のIC製造プロセスを用いて1枚の基板上に複数の3族窒化物半導体発光素子が形成されかつ接続されるので、相互に隣接する3族窒化物半導体発光素子の間隔を従来よりも狭くできる。したがって、単一の部品として形成されかつ発光強度が大きい面光源が得られる。

【0014】請求項2に記載するように、複数の3族窒化物半導体発光素子が直列に接続されると、各3族窒化物半導体発光素子からの発光量が等しくされる。

【0015】請求項3に記載するように、各3族窒化物

半導体発光素子は直線状に配列され、かつ相互に隣接する3族窒化物半導体発光素子の一方の発光素子の第1導電型側電極と他方の発光素子の第2導電型側電極とが幅を有する内部配線によって接続されると、個々の3族窒化物半導体発光素子における発光強度分布はより均一化される。請求項4に記載するように、(第1導電型の半導体層の抵抗 R_1)=(第2導電型側電極の抵抗 R_2)に設定されると、個々の3族窒化物半導体発光素子における発光強度分布は略均一化される。

【0016】また、請求項6に記載するように、3族窒化物半導体発光素子の数が、発光部品が用いられる装置の駆動電圧に適合するように設定されると、さまざまな駆動電圧に適用可能な発光部品が得られる。なお、請求項5に記載するように、第2導電型側電極は透光性電極によって形成され、請求項7に記載するように、3族窒化物半導体発光素子としてはたとえばGa_{0.5}N_{0.5}系発光素子が用いられる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0018】図1および図2を参照して、この発明の実施の形態の発光部品10は、たとえばサファイア基板などの絶縁性基板12を含み、絶縁性基板12上に4個のGa_{0.5}N_{0.5}系発光ダイオード14a~14dが形成されるものである。

【0019】すなわち、絶縁性基板12上には、各Ga_{0.5}N_{0.5}系発光ダイオード14a~14dに対応して、層厚3.0 μ mの電極設置層となるn型Ga_{0.5}N_{0.5}層(Siドープ)16、層厚0.1 μ mの発光層18、および層厚0.5 μ mのp型Ga_{0.5}N_{0.5}コンタクト層(Mgドープ)20が、この順序で形成される。

【0020】また、各p型Ga_{0.5}N_{0.5}コンタクト層20上にはp型側電極である透光性電極22が面状に形成され、各n型Ga_{0.5}N_{0.5}層16上の一端縁近傍かつ幅方向にはn型側電極24が形成される。図1からよくわかるように、透光性電極22とn型側電極24とは平行に形成される。

【0021】そして、絶縁性基板12上の各部材は保護膜26によって覆われ、隣接するGa_{0.5}N_{0.5}系発光ダイオード間の透光性電極22とn型側電極24とは所定の幅W1を有する内部配線28によって直列接続される。このとき、内部配線28の一端は透光性電極22上の一端縁近傍かつ幅方向に延びて形成される。したがって、1つのGa_{0.5}N_{0.5}系発光ダイオードに関していえば、内部配線28と透光性電極22との接続箇所は、n型側電極24の形成箇所とは反対側の端縁近傍となる。なお、図1からわかるように、内部配線28の幅W1の寸法は、たとえば、透光性電極22の幅W2よりやや小さくかつn型側電極24の長さLよりやや大きくなるように設定される。

【0022】さらに、両端の透光性電極22およびn型側電極24には、それぞれ外部の部品と接続するためのパッド電極30が接続される。パッド電極30も内部電極28と同様に形成される。

【0023】このように、内部配線28を介して透光性電極22とn型側電極24とを接続することによって、4個のGa_{0.5}N_{0.5}系発光ダイオード14a~14dを直列接続した発光部品10が得られる。発光部品10の等価回路が図3に示される。

【0024】このような発光部品10の製造方法の一例を、図4を参照して説明する。

【0025】まず、図4(a)に示すように、絶縁性基板12上に、n型Ga_{0.5}N_{0.5}層16、発光層18およびp型Ga_{0.5}N_{0.5}コンタクト層20をMOCVD(有機金属化学気相成長法)によってこの順序でエピタキシャル成長させ、膜厚3.0 μ m、 $N_D=1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のn型Ga_{0.5}N_{0.5}層16、膜厚0.1 μ mの発光層18、および膜厚0.5 μ m、 $N_A=1.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のp型Ga_{0.5}N_{0.5}コンタクト層20が形成される。

【0026】ついで、図4(b)に示すように、Niマスクによるフォトリソグラフィーおよび塩素ガスを0.5Paの圧力で供給するドライエッチング法によって、絶縁性基板12上のp型Ga_{0.5}N_{0.5}コンタクト層20、発光層18およびn型Ga_{0.5}N_{0.5}層16がエッチング除去され、メサ21が形成される。このときのエッチングの深さは0.8 μ mである。

【0027】さらに、図4(c)に示すように、Niマスクによるフォトリソグラフィーおよび塩素ガスを0.5Paの圧力で供給するドライエッチング法によって、絶縁性基板12上のn型Ga_{0.5}N_{0.5}層16がエッチング除去され、絶縁性基板12が露出するように凹部32が形成される。これによって、エッチングの深さは3.6 μ mとなり、Ga_{0.5}N_{0.5}系発光ダイオード14a~14dを構成する層がそれぞれ分離される。

【0028】つづいて、図4(d)に示すように、 $2 \times 10^{-6} \text{ torr}$ の圧力による電子ビーム蒸着によって、p型Ga_{0.5}N_{0.5}コンタクト層20上面全体に、膜厚2nmのNi膜および膜厚4nmのAu膜がこの順序で成膜され、フォトリソグラフィーによって面状の透光性電極22が形成される。また、 $2 \times 10^{-6} \text{ torr}$ の圧力による電子ビーム蒸着によって、n型Ga_{0.5}N_{0.5}層16上に、膜厚30nmのTi膜および膜厚500nmのAl膜がこの順序で成膜され、フォトリソグラフィーによってn型Ga_{0.5}N_{0.5}層16上の一端縁近傍かつ幅方向に延びたn型側電極24が形成される。n型側電極24はGa_{0.5}N_{0.5}系発光ダイオードのカソード電極に相当する。

【0029】その後、図4(e)に示すように、図4(d)で形成されたチップの上面全体に膜厚300nmのSiO₂からなる保護膜26が電子ビーム蒸着によって形成される。

【0030】その後、透光性電極22およびn型側電極24のそれぞれの上面の一部が露出するように、フォトリソグラフィによって保護膜26がエッチング除去されて開口される。このとき、1つのGa_{0.5}N系発光ダイオードに関していえば、透光性電極22上の開口はn型側電極24の形成箇所とは反対側の端縁近傍かつ幅方向に延びて形成される。また、n型側電極24の開口も幅方向に延びて形成される。

【0031】そして、図4(f)に示すように、 2×10^{-6} torrの圧力による電子ビーム蒸着によって、保護膜26の上面全体に膜厚100nmのNi膜および膜厚700nmのAu膜がこの順序で成膜され、フォトリソグラフィによって内部配線28が形成される。したがって、1つのGa_{0.5}N系発光ダイオードに関していえば、透光性電極22に接続される内部配線28およびn型側電極24に接続される内部配線28は、Ga_{0.5}N系発光ダイオードの両端からそれぞれ反対方向に引き出されることになる。なお、図4(f)には図示しないが、パッド電極30も同様に同時に形成される。内部配線28およびパッド電極30のうち、透光性電極22と接続される一端部が、Ga_{0.5}N系発光ダイオードのアノード電極に相当する。

【0032】このようにして、4個のGa_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dが直列接続された発光部品10が形成される。

【0033】発光強度10によれば、一般のIC製造プロセスを用いて1枚の絶縁性基板12上に複数のGa_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dが形成されかつ接続されるので、相互に隣接するGa_{0.5}N系発光ダイオードの間隔を従来よりも狭くできる。したがって、単一の部品として形成されかつ発光強度が大きい面光源として適する発光部品10が得られる。

【0034】また、発光部品10によれば、図5(a)にも示すように、絶縁性基板12上にGa_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dを直線状に形成することができるので、図5(b)からわかるように、大面積の発光が得られる。

【0035】また、同一の絶縁性基板12上にGa_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dを形成できるので、Ga_{0.5}N系発光ダイオード14a~14d間の絶縁分離、集積化が容易になる。

【0036】各Ga_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dの発光強度分布は図6に示すようになる。透光性電極22の抵抗を R_t 、n型Ga_{0.5}N層16の抵抗を R_n とし、 R_p は、p型Ga_{0.5}Nコンタクト層20の抵抗、透光性電極22とp型Ga_{0.5}Nコンタクト層20との接触抵抗およびp-n接合電圧相当抵抗分を示し、各抵抗は面内において一定と考えるとする。

【0037】各Ga_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dは直線状に配列され、かつ相互に隣接するGa_{0.5}N系発

ダイオードの一方の発光ダイオードのn型側電極24と他方の発光ダイオードの透光性電極22とが幅W1を有する内部配線28によって接続されているので、透光性電極22の単位面積当たりの抵抗が小さい場合($R_t \approx R_n$)には、図6(a)に示すように、透光性電極22全面からn型Ga_{0.5}N層16に電流が流れ、発光層18を通過する電流は発光層18内の位置に拘わらず均一になる。したがって、図6(b)および(c)に示すように、透光性電極22からの発光は発光箇所には拘わらず略均一になり、かつより大きな発光強度が得られる。

【0038】因みに、透光性電極22の単位面積当たりの抵抗が大きい場合($R_t > R_n$)には、図6(d)に示すように、発光層18を通過する電流は内部配線28すなわちアノード電極近傍に集中する。この場合、図6(e)に示すX-X断面における発光強度は不均一になるが、各Ga_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dは直線状に配列され、かつ相互に隣接するGa_{0.5}N系発光ダイオードの一方の発光ダイオードのn型側電極24と他方の発光ダイオードの透光性電極22とが幅W1を有する内部配線28によって接続されているので、図6(f)に示すY-Y断面における発光強度は略均一になる。したがって、上述した透光性電極22の単位面積当たりの抵抗が小さい場合より発光強度は不均一かつ小さくなるが、少なくとも図9に示す従来技術より発光強度は均一化されかつ大きくなる。

【0039】さらに、図7(a)~(c)に示すように、絶縁性基板12a上にGa_{0.5}N系発光ダイオード14a~14dを形成しコ字状に直列接続してもよく、この場合にも、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度が得られ面光源として適する発光部品が得られる。

【0040】すなわち、図5および図7からわかるように、絶縁性基板上に複数のGa_{0.5}N系発光ダイオードを形成し直列接続することによって、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度が得られ面光源に応用できる発光部品が得られる。

【0041】なお、Ga_{0.5}N系発光ダイオードを駆動するには、3V以上必要であり、5V電源を用いて回路動作を行うことが多い。1つのGa_{0.5}N系発光ダイオードあたり4V(たとえば20mAの電流を流す場合)程度必要とすると、駆動電圧が24Vの場合には6つのGa_{0.5}N系発光ダイオードが直列接続された発光部品を用いればよい。このように、駆動電圧に応じた直列素子数のGa_{0.5}N系発光ダイオードを用いることによって、大面積の発光が可能となり、かつ駆動電圧の制限も少なくなり、多方面にわたる応用が期待できる。

【0042】また、図8に示すように、Ga_{0.5}N系発光ダイオード14a~14nとともに抵抗(図8(a))やFET(図8(b))などの電流制御素子が同一絶縁性基板上に形成されてもよく、この場合、Ga_{0.5}N系発光ダイオード14a~14nと電流制御素子とを同一の絶縁

性基板上にモノリシックに形成できる。

【0043】このように外付け素子が不要になるため、小型かつ軽量の発光部品10が得られ、また、Ga N系発光ダイオード14a～14dだけではなく電流制御素子をもワイドギャップバンド材料によって形成できるので、発熱に対して強い発光部品10が得られ、集積化が容易となる。さらに、絶縁性基板の一方主面にのみ素子を構成するので、この場合にも一般的なIC製造プロセスを適用できる。また、Ga N系発光ダイオードの数を調整するだけではなく電流制御素子を付加することにより、駆動電圧の制限がさらに少なくなる。さらに、Ga N系発光ダイオード14a～14nに抵抗を付加することによって、組立時或使用時におけるサージ電流を抑制することができる。

【0044】図1の実施の形態では、4個のGa N系発光ダイオード14a～14dを直列接続する場合について述べたが、Ga N系発光ダイオードの数はこれに限定されないことはいうまでもない。

【0045】また、上述の実施の形態では、発光素子として発光ダイオードを例に説明したが、これに限定されず、レーザであってもよい。

【0046】さらに、発光部品10の3族窒化物半導体発光素子としては、たとえばAlN、InN、BNまたはInGa Nなどを含む3族窒化物半導体からなる発光素子であれば、任意の3族窒化物半導体発光素子を用いることができる。

【0047】

【発明の効果】この発明によれば、1つの基板上に発光部を複数形成でき、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度が得られ面光源として適する発光部品が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態の主要部を示す平面図である。

【図2】図1の実施形態を示す断面図である。

【図3】図1の実施形態を示す等価回路図である。

【図4】図1の実施形態の製造プロセスを示す工程図である。

【図5】(a)は図1の実施形態におけるGa N系発光ダイオードの配置状態を模式的に示す平面図であり、

(b)はその発光状態を模式的に示す側面図である。

【図6】Ga N系発光ダイオードの電流の流れおよび発光強度分布の概略を示す図解図であり、(a)～(c)は透光性電極の抵抗が小さい場合、(d)～(f)は透光性電極の抵抗が大きい場合をそれぞれ示す。

【図7】(a)はこの発明の他の実施の形態を示す等価回路図であり、(b)はその実施の形態におけるGa N系発光ダイオードの配置状態を模式的に示す平面図であり、(c)はその発光状態を模式的に示す側面図である。

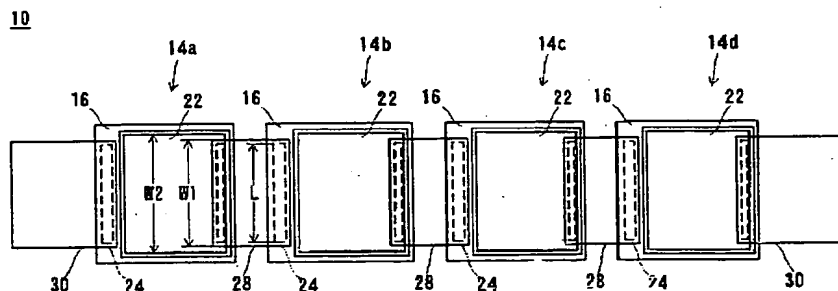
【図8】この発明のその他の実施の形態を示す等価回路図であり、(a)はGa N系発光ダイオードに抵抗を付加したもの、(b)はGa N系発光ダイオードにFETを付加したものをそれぞれ示す。

【図9】(a)は従来技術を示す平面図であり、(b)はその端面図である。

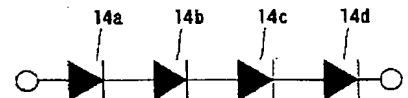
【符号の説明】

- 10 発光部品
- 12、12a 絶縁性基板
- 14a～14d、14n Ga N系発光ダイオード
- 16 n型Ga Nバッファ層
- 18 発光層
- 20 p型Ga Nコンタクト層
- 22 透光性電極
- 24 n型側電極
- 26 保護膜
- 28 内部配線
- 30 パッド電極
- W1 内部配線の幅

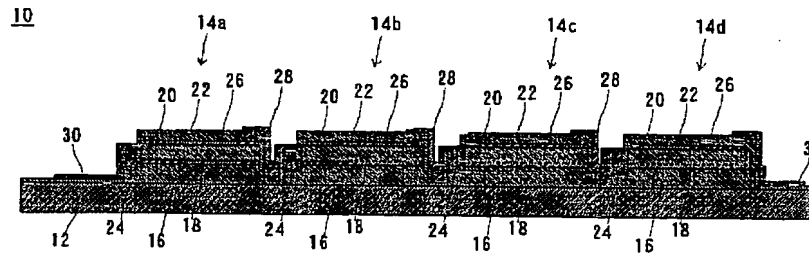
【図1】



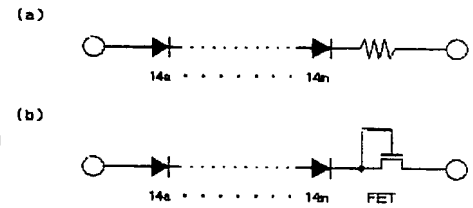
【図3】



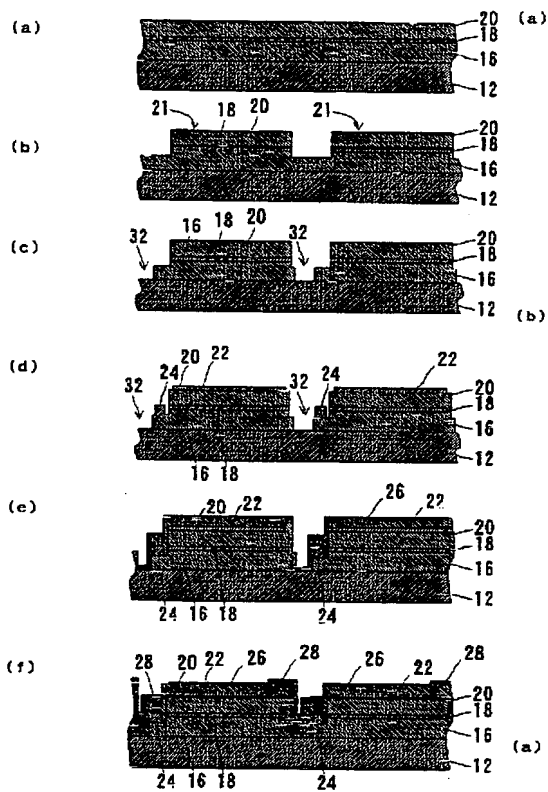
【図2】



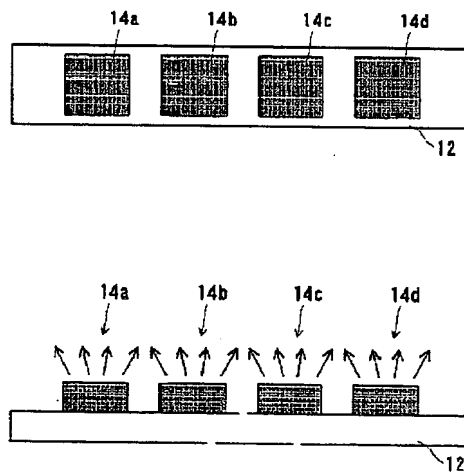
【図8】



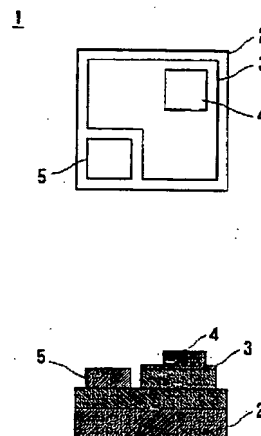
【図4】



【図5】



【図9】



2020年11月10日

FIG. 1 is a schematic diagram of a substrate 12a. The substrate 12a is a rectangular block. On its top surface, there are two rectangular regions, 14b and 14c. From the top surface of region 14b, five arrows point upwards and slightly outwards. Similarly, from the top surface of region 14c, five arrows point upwards and slightly outwards.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)